

## ⑪ 公開特許公報 (A)

昭63-196321

⑪Int.Cl.<sup>4</sup>  
B 23 H 3/02識別記号  
Z-8308-3C

⑪公開 昭和63年(1988)8月15日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全10頁)

⑪発明の名称 電解加工による仕上げ加工方法及び装置

⑪特 願 昭62-27616

⑪出 願 昭62(1987)2月9日

⑪発明者 桑原 陽平 静岡県袋井市高尾1180-1

⑪発明者 浅岡 輝雄 静岡県掛川市小鹿町15

⑪発明者 森谷 政好 静岡県磐田郡豊岡村上野部1220-1

⑪発明者 岩崎 康宏 静岡県周知郡森町鍛冶島503番地

⑪発明者 杉山 治樹 静岡県浜松市布橋3丁目14-25

⑪出願人 静岡製機株式会社 静岡県袋井市山名町4番地の1

## 明細書

## 1. 発明の名称

電解加工による仕上げ加工方法及び装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 加工液を介して対設した被加工物と加工電極間にパルス電流を供給するとともに、前記被加工物と加工電極間に生成した電解生成物を間欠的に除去しながら仕上げ加工する仕上げ加工方法において、前記パルス電流のパルス幅を、仕上げ加工初期には5 msec以下とし、仕上げ加工後期には10msec以上60msec以下としたことを特徴とする電解加工による仕上げ加工方法。

(2) 前記仕上げ加工後期におけるパルス電流の電流密度を30A/cm<sup>2</sup>以上70A/cm<sup>2</sup>以下とした特許請求の範囲第1項記載の電解加工による仕上げ加工方法。

(3) 加工液を介して対設した被加工物と加工電極間にパルス電流を供給して被加工物を仕上げ加工するものにおいて、

(4) 前記加工電極を被加工物に対し接離させる電

極駆動手段と、

(a) 前記被加工物と加工電極間に電流密度が70A/cm<sup>2</sup>以下のパルス電流を供給する電流供給手段と、

(b) 前記被加工物と加工電極間に生成した電解生成物を間欠的に除去する加工液通過手段と、

(c) 前記パルス電流のパルス幅を、仕上げ加工初期には5 msec以下とし、仕上げ加工後期には10msec以上60msec以下とする制御手段とを具備したことを特徴とする電解加工による仕上げ加工装置。

(4) 前記制御手段が、前記パルス電流の電流密度を仕上げ加工初期と仕上げ加工後期とで変化させる特許請求の範囲第3項記載の電解加工による仕上げ加工装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 【産業上の利用分野】

この発明は、電解加工による仕上げ加工方法及び装置に係り、特に難削金属等からなる被加工物の三次元形状の被加工面を短時間かつ高精度に仕

上げて鏡面状の光沢面を得ることができる電解加工による仕上げ加工方法及び装置に関する。

【従来の技術】

従来の金属加工方法としては、電解加工方法及び放電加工方法が知られている。前者の電解加工方法としては、被加工物と加工電極との間隙に硝酸ナトリウムや塩化ナトリウム等の電解液を満たし、この電解液を高速で流すとともに、安定した電解作用を阻害する電解生成物、すなわち溶出した金属化合物や金属イオン及び水素ガス等を除去しながら、直流電流を被加工物から加工電極に流して加工するものが、例えば特開昭61-71921号公報及び特開昭60-44228号公報に開示されている。

また、後者の放電加工方法としては、被加工物と加工電極とを水、ケロシン等の加工液中で微小間隙をもって対向させ、かつこれらを適宜の電源に接続して、前記間隙に瞬発する火花放電や過渡アーケ放電を発生させ、該放電エネルギーにより被加工物を加工するものが、例えば特公昭60-

では、有害な6価クロムが生じて前記不都合は一層顕著であった。

一方、後者の放電加工方法においては、面粗度を $R_{max} : 20 \mu m$ 程度にまで仕上げるには比較的高能率であるが、それ以上の仕上げ面粗度に到達させるには1A以下の微小電流での加工となり、特に表面積の大きな被加工物では、仕上げ時間がかかり非能率であるとともに、表面積が大きいと被加工物の被加工面と加工電極間の静電容量が大きくなり、放電電流を微小に取りきれずに良好な面粗度を得ることが困難であるという不都合があった。

また、加工された表面は、絶縁油を用いた通常の放電加工では、硬化した変質層が生じるとともに熱応力による微細亀裂が深く侵入し、また純水を用いたワイヤー放電加工では軟化層が生じるなど、両放電加工とも表面品質が好ましくなく、そのため、表面品質に高精度や長寿命を要求する使用条件にあっては、形状精度が損なわれるのを承知で、例えば、粒径40~25μ程度の遊離ダイヤモ

特開昭63-196321(2)

26646号公報及び特開昭60-177819号公報に開示されている。

【発明が解決しようとする問題点】

しかしながら、前者の電解加工方法にあっては、機械加工手段として致命的な欠陥がある。すなわち、特に三次元形状の底付き加工（凹窓状に形成された三次元構造のものに対する加工をいう）において、複雑な輪郭形状を有する被加工物と加工電極の間隙に電解液を一様な流速で流すのが不可能であり、また、前記間隙に高い液圧を作用させても電解液の流入口と排出口とでは電解生成物の濃度がかわる。そのため、一様な密度の電流を与えて、前記間隙の各部分で加工条件が変わり、被加工物に加工電極の精密な転写を行うことが困難で、高精度の表面品質を得られないという不都合があった。

また、素材形状から全ての加工を電解加工で行うと、電解生成物を含む多量の電解液が発生してその汚水処理に時間とコストを要するという不都合があり、特にクロムを含むステンレス鋼の加工

ンドベーストで荒ラッピングを行い、次に粒径16~6μ程度の遊離ダイヤモンドベーストで仕上げラッピングを行う等の表面研磨工程を必要とし、表面仕上げに多くの時間と労力を要するという不都合があった。

【発明の目的】

そこでこの発明は、上記不都合を除去し、特に難削金属等の被加工物の三次元形状の被加工面を短時間かつ高精度に仕上げて鏡面状の光沢面を得ることができる電解加工による仕上げ加工方法及び装置を実現するにある。

【問題点を解決するための手段】

この目的を達成するためにこの発明の第1発明は、加工液を介して対設した被加工物と加工電極間にパルス電流を供給するとともに、前記被加工物と加工電極間に生成した電解生成物を間欠的に除去しながら仕上げ加工する仕上げ加工方法において、前記パルス電流のパルス幅を、仕上げ加工初期には5msec以下とし、仕上げ加工後期には10msec以上60msec以下としたことを特徴とし、

また第2発明は、加工液を介して対設した被加工物と加工電極間にパルス電流を供給して被加工物を仕上げ加工するものにおいて、(i)前記加工電極を被加工物に対し接離させる電極駆動手段と、(ii)前記被加工物と加工電極間に電流密度が70A/cm<sup>2</sup>以下のパルス電流を供給する電流供給手段と、(iii)前記被加工物と加工電極間に生成した電解生成物を間欠的に除去する加工液通過手段と、(iv)前記パルス電流のパルス幅を、仕上げ加工初期には5msec以下とし、仕上げ加工後期には10msec以上60msec以下とする制御手段とを具備したことを特徴とする。

#### 【作用】

この発明の構成によれば、仕上げ加工初期の短パルスのパルス電流により高精度かつ微小面粗度の表面品質を得ることができ、仕上げ加工後期の長パルスのパルス電流により面粗度を変えることなく鏡面状の光沢面を得ることができる。

#### 【実施例】

以下、図面を参照してこの発明の実施例を詳細

かつ具体的に説明する。

第1～5図において、仕上げ加工装置1は、被加工物2を固定する被加工物固定装置3、電極4を固定する電極固定装置5、電極駆動部6の回転運動を往復運動に交換する駆動変換部7、パルス電流を発生する電源装置8、モータ駆動制御部9と加工条件制御部10と加工液流制御部11とからなる制御装置12、加工条件を入力する入力装置13、加工液通過装置14、加工液飛散防止カバー15等からなる。

前記被加工物固定装置3は、絶縁性の高いグラナイトもしくはセラミックス製のテーブルで、被加工物2をボルト16等により固定する。また、前記電極固定装置5は、その下部に設けたロッド17の下端に、例えば純銅もしくはグラファイトからなる電極4を、その電極面4aと前記被加工物2の被加工面2aとが三次元方向に一様な間隙18を保つように固定する。そして、前記電極固定装置5は、電極駆動手段を構成する前記電極駆動部6

と駆動変換部7とにより前記間隙18を所定値に設定すべく上下動する。すなわち、電極駆動部6のロータリーエンコーダ20とタコジェネレータ21からの信号により前記制御装置12のモータ駆動制御部9から出力される制御信号により、モータ19を回転制御し、このモータ19の回転運動を駆動変換部7により往復運動に交換して、前記電極固定装置5を上下動させ、電極面4aと被加工面2aとを所定の間隙18に設定する。

前記被加工物2と電極4間に電流密度が70A/cm<sup>2</sup>以下のパルス電流を供給する電流供給手段としての電源装置8は、加工条件制御部10からの制御信号により、被加工物2の表面積に従って計算した電流値を任意のパルス幅で発生するもので、直流電源部22と充放電部23とを有し、例えば第4図に示す如く構成する。第4図において、充放電部23は、放電部24と充電部25とを有し、放電部24は、加工液を介して対設した被加工物2と電極4との間隙18に電荷を放電する蓄電器26-1～26-nを複数個並列に接続し、これら各蓄電器26-1～26-n

に直流電源側への電荷の逆流を阻止するダイオード27-1～27-nと放電側への電荷を放電させるべく開閉される放電スイッチ28-1～28-nとをそれぞれ接続する。

また充電部25は、蓄電器26-1～26-nへ供給する充電電圧値を検出する電圧検出器29と、前記加工条件制御部10の充電電圧設定器30で設定した設定充電電圧値と前記電圧検出器29で検出した検出充電電圧値とを比較する電圧比較器31と、この電圧比較器31からの信号により前記各蓄電器26-1～26-nを所定に充電すべく前記直流電源部22からの電源を給断する充電スイッチ32とからなる。

前記直流電源部22は、変圧器33と整流器34とかなり、変圧器33により電圧を所定に降下させ整流器34により整流して直流電流を得て、前記蓄電器26-1～26-nに供給する。

また、この電源装置8を制御する加工条件制御部10は、前記蓄電器26-1～26-nの充電電圧を設定する充電電圧設定器30と、前記加工液を介して対設した被加工物2と電極4との間隙18に放電する

電荷の電流波形を設定する電流波形設定器35と、放電する電荷の所定時間幅のパルスを発生するパルス発生器36と、前記電流波形設定器35と前記パルス発生器36からの入力により前記各蓄電器26-1~26-nの電荷を放電側に所望に放電させるべく前記放電スイッチ28-1~28-nに開閉信号を出力するゲート回路37とからなる。なお、第4図中符号38は放電スイッチ28-1~28-nの開時に逆起電力によって各放電スイッチ28-1~28-nが破壊するのを防止するダイオードである。

前記入力装置13は、被加工物の材質と表面積、仕上げ加工しろと寸法精度の等級、仕上げ面粗度及び初期電極間隙等を入力し、これらの各信号を制御装置12のモータ駆動制御部9及び加工条件制御部10に出力する。

前記加工液槽通過装置14は、加工で生じた電解生成物を含む加工液41を通過するもので、例えば第5図の如く構成する。すなわち、加工液槽通過装置14は、加工液槽40からの電解生成物を多く含んだ戻り加工液を貯留するダーティタンク42と、この

排除するために、1パルスまたは数パルス毎に上昇動作する電極4と同期して被加工物2と電極4間に新鮮な加工液を噴出する如く電磁弁50等を制御する。

次に、この装置による仕上げ加工方法について説明する。

仕上げ加工に際しては、電極固定装置5のロッド17の下端に電極4を取り付け、電極面4aを、電解加工あるいは放電加工により所望形状に加工された、例えば熱処理を行った特殊鋼等からなる被加工物2の被加工面2aに対向接触させて、電極4を被加工物2とともに加工液槽40の加工液41内に浸漬する。そしてこの位置を原点Aとし、加工液を被加工面2aと電極面4a間に満たしたら、初期電極間隙に保つ位置に電極4を上昇し、そこを加工原点として仕上げ加工を開始する。

仕上げ加工初期は、加工条件制御部10の制御信号により、電源装置8から電流密度が $10\text{A}/\text{cm}^2$ ~ $70\text{A}/\text{cm}^2$  (例えば $17\text{A}/\text{cm}^2$ ) でパルス幅が5 msec (1 msecは $1/1000$ 秒) 以下の短パ

ルスのパルス電流を被加工物2と電極4間に供給する。これにより、被加工面2a素材が溶出する。所定電流を1回ないし数回供給した後、モータ駆動制御部9の信号によりモータ19を駆動して電極4を上昇させ、電極面4aを被加工面2aから離間させる。この離間により、被加工面2aと電極面4a間に電解生成物を加工液とともに後述する加工液槽通過装置14の電磁弁50等の動作により排除する。

電解生成物を排除した後は、電極4が下降し、電極面4aが被加工面2aに接触する。これにより、前記原点Aと現位置とを制御装置12で比較して加工1回 (1パルスまたは数パルス毎の加工) 当りの加工深さを測定する。その後、前記被加工面2aと電極面4aが所定の間隙を保つように電極4が再び上昇し、加工液槽40の新たな加工液を被加工面2aと電極面4a間に満たす。なお、この場合、加工液槽40には1回ないし数回の電解加工で生成した電解生成物とともに排除する加工液を補うように、加工液槽通過装置14のクリーンタン

ク46から絞り弁48を介して加工液が供給される。

このように、所定の間隙18を設けて対向した被加工面2aと電極面4aとの間に新たな加工液を溝たし、被加工物2と電極4との間に所定電流、即ちパルス幅5msec以下のパルス電流を供給して、被加工面2a素材を加工液41内に溶出させ、被加工面2aと電極面4a間に生成した電解生成物を排除し、再び電極面4aを被加工面2aに接触させることにより、加工1回当りの加工深さを測定し、その値を累積するという一連の工程を制御装置12の信号により繰り返す。

前記加工深さの累積値が、入力装置13で入力された入力データに基づいて加工条件制御部10で計算された加工深さの設定値と比較し、加工深さ累積値が加工深さ設定値に対し、所定の差（例えば1μm）以内になった時に、加工条件制御部10の制御信号により電源装置8のパルス電流のパルス幅を5msec以下の所定値から10msec以上で60msec以下の長パルスに切換えるとともに、このパルス電流の電流密度を30A/cm<sup>2</sup>以上70A/cm<sup>2</sup>

m<sup>2</sup>以下に切換える。なお、この場合仕上げ加工初期と後期の電流密度の切換えは必要に応じて行えばよく、例えば初期と後期の電流密度を同一に設定して仕上げ加工する場合は、切換えが不要であることはいうまでもない。

そして、この長パルスで1回ないし数回の電解加工を行った後に、前述したと同様、被加工面2aと電極面4aとの間の電解生成物を加工液遮断装置14により排除する。この場合、電解生成物を排除するサイクルは、印加するパルス幅に応じて変化することになる。なお、短パルスから長パルスへ切換えるタイミングの検出は、上記の加工深さの累積値と加工深さ設定値との比較による検出に限らず、例えば加工しろから加工終了するまでのクーロン量を計算してこの値により検出制御することもできる。

ここで、加工液遮断装置14の動作について説明する。

加工液槽40から戻る電解生成物を含んだ加工液は、ゲーティタンク42に貯留され、その液面レベ

ルは、上・下のフロートスイッチ52、53で検出されて加工液流制御部11に入力される。加工液流制御部11は、ゲーティタンク42内の液面レベルが所定値に達したら、即ち液面レベルが上・下のフロートスイッチ52、53間にある時、電磁ポンプ43に駆動信号を出力し、ゲーティタンク42内の加工液を吸い上げ、フィルタ44を通して遠心分離機45に送出する。

遠心分離機45は、加工液流制御部11の制御信号によりモータ54が回転し、加工液を分離する。そして、分離され電解生成物を含まない加工液は、クリーンタンク46に貯留され、加工条件制御部10からの信号により、加工液流制御部11が電磁ポンプ47、絞り弁48、49、電磁弁50に制御信号を送り、加工液がクリーンタンクから吸い上げられて加工液槽40に流入する。

この場合、クリーンタンク46と加工液槽40との間に液圧を測定指示する液圧計51と、絞り弁48、49を設け、液圧計の液圧が加工液流制御部11の設定値に対し低い場合は、加工液槽40側の絞り弁48

の開閉度を大きくするとともに、クリーンタンク46側の絞り弁49の開閉度を小さくして、加工液が加工液槽40に多く流入するようにし、液圧計51の液圧が前記設定値に対し高い場合は、絞り弁49の開閉度を大きくするとともに、絞り弁48の開閉度を小さくして、加工液がクリーンタンク46に多く戻るようにする。また、クリーンタンク46と加工液槽40間に設けられる電磁弁50は、電極4の上昇動作と同期した加工液流制御部11からの制御信号により、クリーンタンク46からの加工液を被加工物2と電極4の間隙に噴出し、該間隙の電解生成物を含む加工液を排除する如く動作する。

このように、加工液流制御部11は、クリーンタンク46から加工液槽40に流入する加工液の液圧が常に一定になる如く制御するとともに、電極4の上昇動作と同期して、被加工物2と電極4間の電解生成物を含む加工液を排除する如く制御する。

次に、この発明に係る電解加工における仕上げ加工装置による加工例を示す。

〈加工例1〉

電極	純銅
被加工物材質	工具鋼 (面粗度20 $\mu\text{m}$ )
電解液	硝酸ナトリウム溶液 (濃度40%)
加工初期パルス幅	3 msec
〃 電流密度	40A / $\text{cm}^2$
加工後期パルス幅	30msec
〃 電流密度	40A / $\text{cm}^2$
仕上げ面粗度	$R_{\text{max}} : 1 \mu\text{m}$ 以下
仕上げ面	鏡面状の光沢面
<加工例2>	
電極	純銅
被加工物材質	工具鋼 (面粗度23 $\mu\text{m}$ )
電解液	硝酸ナトリウム溶液 (濃度30%)
加工初期パルス幅	5 msec
〃 電流密度	17A / $\text{cm}^2$
加工後期パルス幅	10msec
〃 電流密度	50A / $\text{cm}^2$
仕上げ面粗度	3 $\mu\text{m}$ 以下

初期には5 msecのパルス電流を供給し、後期には10msecのパルス電流を所定時間供給した後に40msecのパルス電流を供給したり、あるいは、仕上げ加工の初期には3 msecと5 msecのパルス電流を供給し、後期には20msecと40msecと60msecのパルス電流を仕上げ状態に応じて適宜供給して加工するようにしてもよい。また、電流密度についても同様に設定し得る。

このように、この発明に係る電解加工による仕上げ加工方法及び装置にあっては、仕上げ加工装置に、所要形状に加工された例えば熱処理を行った特殊鋼等からなる被加工物と電極とを取り付け、仕上げ条件等を入力装置により入力して起動すれば、仕上げ加工初期のパルス幅が5 msec以下のパルス電流で高精度かつ微小面粗度の表面品質が得られ、仕上げ加工後期のパルス幅が10msec以上60msec以下のパルス電流で面粗度を擴なうことなく鏡面状光沢を呈した三次元金属曲面が無人で短時間に得られる。また、その表面は、内部応力の蓄積や金属組織の変化もないし、機械的亀裂

## 仕上げ面 鏡面状の光沢面

なお、仕上げ初期加工パルス幅は、被加工物の材質によりある程度変化させ得るが、上記加工例2に示すように、仕上げ面粗度  $R_{\text{max}} : 1 \mu\text{m}$ を必要としない場合は、作業能率の面から5 msec以下より長いパルス幅を用いるのが好ましい。

また、電極を被加工面から離間させ、電極面と被加工面間の電解生成物を排除するサイクルも、1パルス毎に行なうのが被加工面の全面にわたって最も安定しているが、例えば仕上げ加工初期のパルス幅が1 msecという短い場合は、1パルスの加工で発生する電解生成物が少ないので、数回毎に排除することもできる。

なお、上記実施例においては、パルス幅を、仕上げ加工初期には5 msec以下の所定値（例えば3 msec）に設定し、仕上げ加工後期には10msec以上60msec以下の所定値（例えば40msec）に設定したが、この発明はこれに何ら限定されず、仕上げ加工初期または後期のパルス幅を複数種類に設定してもよい。すなわち、例えば仕上げ加工の

の侵入といった変質も全く見られず、加工前の熱処理品質も損なわれることがない等、現在の金型加工で最も省力化が進れている仕上げ加工分野で、品質向上と機械化に大きな効果が得られる。また、加工液流通装置により、電解生成物を多く含んだ加工液を簡単かつ安価に処理することができる。

なお、この発明は、金型加工分野に限らず、半導体生産のシリコン単結晶やガリウムヒソ基材の仕上げ加工、及び磁気記憶装置のアルミニウム・ディスクの単結晶ダイヤモンドによる鏡面加工等のように、機械的加工による表面の僅かな内部応力が問題となっている分野での仕上げ加工にも応用することができる。また、自動搬送装置と組み合せて、量産されるハイポイド・ギヤー等の熱処理後の仕上げ加工に用いることも勿論可能である。

## 【発明の効果】

以上詳細に説明したように、この発明に係る電解加工による仕上げ加工方法及び装置にあっては、加工液を介して対設した被加工物と加工電極間に

パルス電流を供給するとともに、前記被加工物と加工電極間に生成した電解生成物を間欠的に除去しながら仕上げ加工を行うに際し、前記パルス電流のパルス幅を、加工初期には5 msec以下とし、加工後期には10 msec以上60 msec以下としたので、高精度かつ微小面粗度の鏡面状光沢を呈した三次元金属曲面が短時間に得られるとともに、内部応力の蓄積や金属組織の変化がなく機械的亀裂の侵入等の変質が全く見られず、加工前の熱処理品質も損なわない表面を得ることができ、省力化が達成している金型加工分野での品質向上と機械化を達成することができる。また電解生成物を多量に含んだ汚水処理が簡単かつ安価にできる等の効果を奏する。

#### 4. 図面の簡単な説明

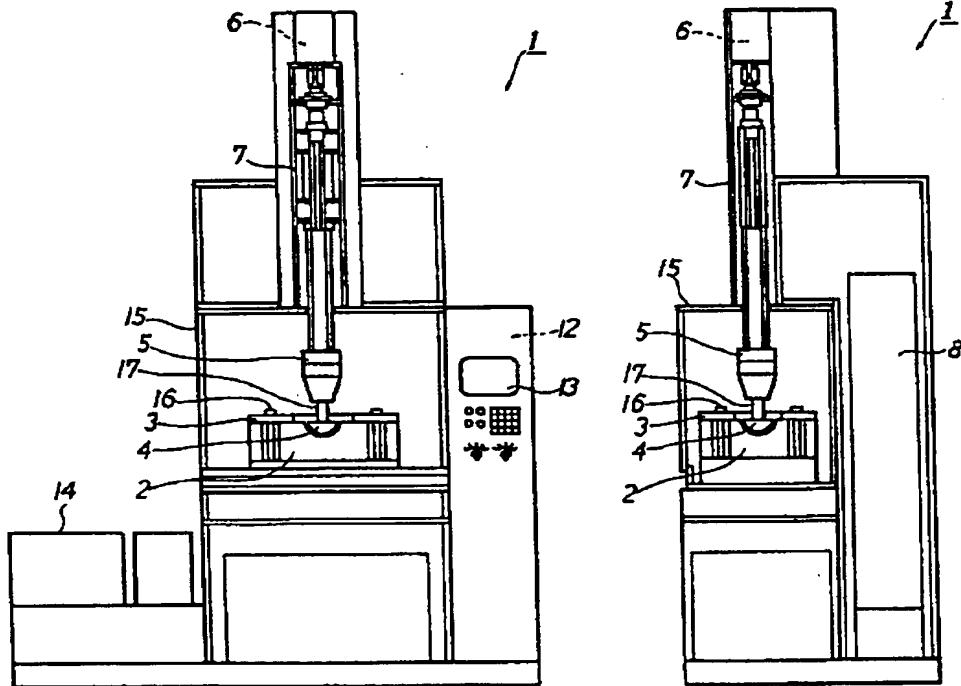
第1図はこの発明に係る仕上げ加工装置を示す正面図、第2図は同装置の側面図、第3図は同装置の概略構成図、第4図は電流供給手段を示すブロック図、第5図は加工液導過手段を示す概略構成図である。

1…仕上げ加工装置、2…被加工物、2a…被加工面、3…被加工物固定装置、4…電極、5…電極固定装置、6…電極駆動部、7…駆動変換部、8…電源装置、9…モータ駆動制御部、10…加工条件制御部、11…加工液流制御部、12…制御装置、13…入力装置、14…加工液導過装置。

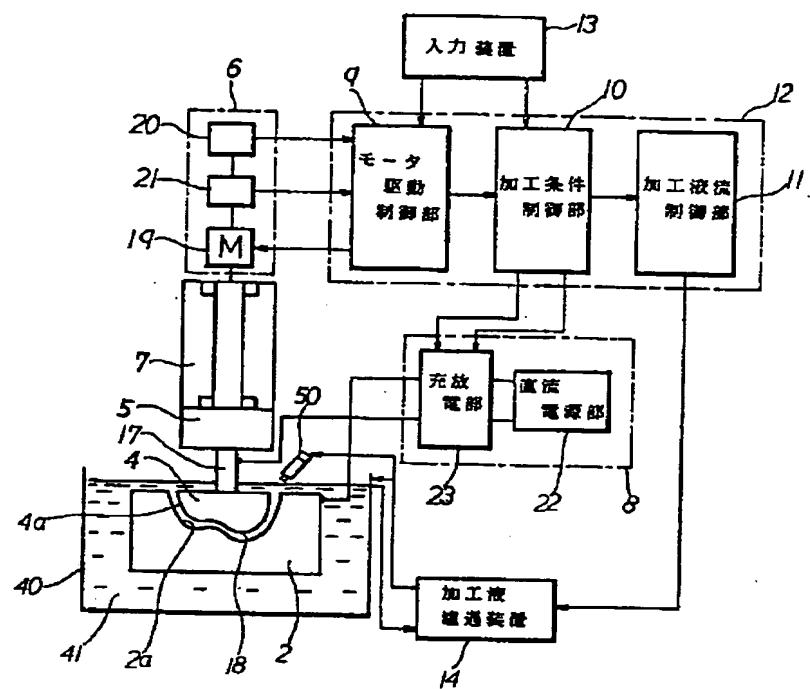
特許出願人 静岡製機株式会社  
代表者 鈴木重夫

第1図

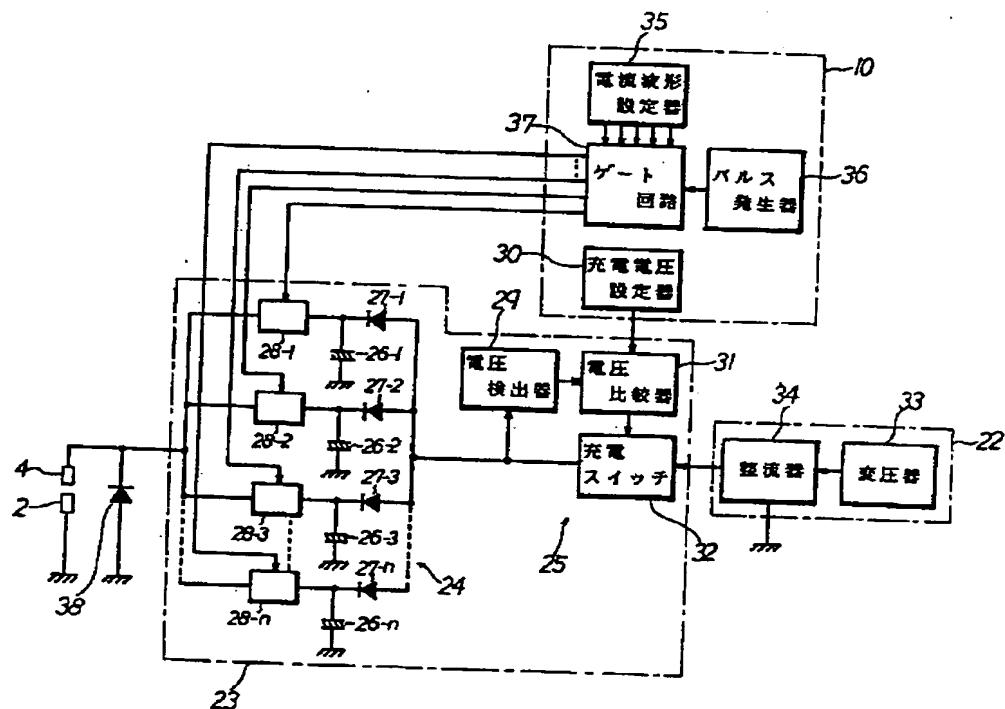
第2図



### 第3圖



第4回

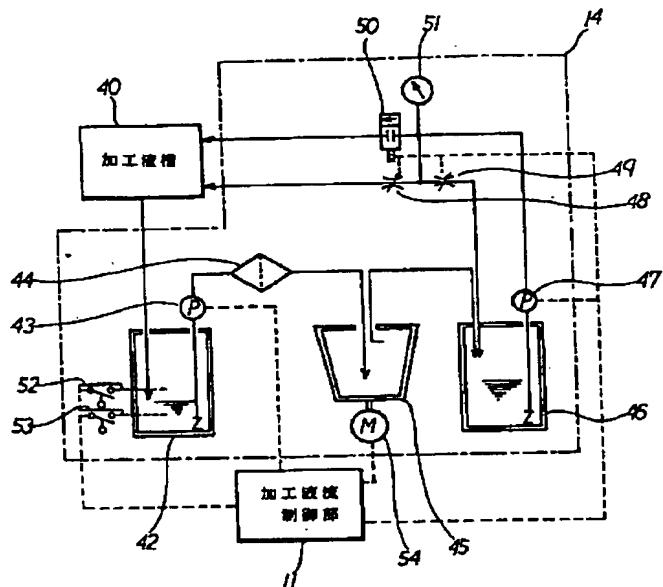


昭和62年4月23日

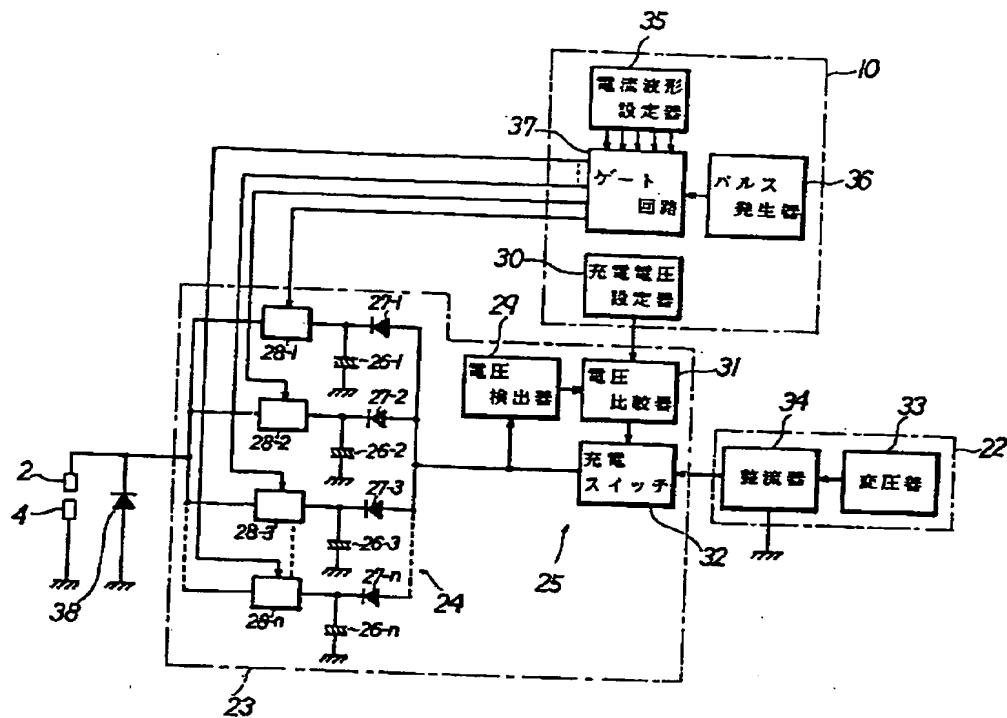
通

特許庁長官 黒田明雄殿

第5図



第4図



平成2年 3月29日

特許庁長官 吉田文政

通

特許法第17条の2の規定による補正の掲載

昭和 62 年特許願第 27616 号 (特開昭 63-196321 号, 昭和 63 年 8 月 15 日 発行 公開特許公報 63-1964 号掲載) については特許法第17条の2の規定による補正があつたので下記のとおり掲載する。 2 (3)

Int. Cl.	識別 記号	庁内整理番号
B23H 3/02		Z-8813-3C

6. 補正の内容

(1) 明細書の特許請求の範囲を添付別紙のとおり補正する。  
 (2) 明細書の発明の詳細な説明の欄において、ア、明細書の第7ページ9行～11行の記載を次のとおり改める。  
 「(ニ)前記パルス電流のパルス幅を、60 msec以下で可変制御しうる制御手段とを具備し」

以上

事件との関係 特許出願人

(郵便番号437)

住 所 静岡県袋井市山名町4番地の1

名 称 静岡製機株式会社

代表者 鈴木重夫

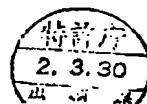
(特許担当 電話 0538-23-5685)



4. 補正命令の日付 自発

5. 補正の対象

(1) 明細書の特許請求の範囲の範  
 (2) 明細書の発明の詳細な説明の範



特許請求の範囲

(1) 加工液を介して対設した被加工物と加工電極間にパルス電流を供給するとともに、前記被加工物と加工電極間に生成した電解生成物を間欠的に除去しながら仕上げ加工する仕上げ加工方法において、前記パルス電流のパルス幅を、仕上げ加工初期には 5 msec 以下とし、仕上げ加工後期には 10 msec 以上 60 msec 以下としたことを特徴とする電解加工による仕上げ加工方法。

(2) 前記仕上げ加工後期におけるパルス電流の電流密度を 30 A / cm<sup>2</sup> 以上 70 A / cm<sup>2</sup> 以下とした特許請求の範囲第1項記載の電解加工による仕上げ加工方法。

(3) 加工液を介して対設した被加工物と加工電極間にパルス電流を供給して被加工物を仕上げ加工するものにおいて、

(イ) 前記加工電極を被加工物に対し接触させる電極駆動手段と、  
 (ロ) 前記被加工物と加工電極間に電流密度が 70 A / cm<sup>2</sup> 以下のパルス電流を供給する電流供給

手段と、

- (ハ) 前記被加工物と加工電極間に生成した電解生成物を間欠的に除去する加工液通過手段と、
- (ニ) 前記パルス電流のパルス幅を、60msec以下で可変制御しうる制御手段とを具備したことの特徴とする電解加工による仕上げ加工装置。

(4) 前記制御手段が、前記パルス電流の電流密度を仕上げ加工初期と仕上げ加工後期とで変化させる特許請求の範囲第3項記載の電解加工による仕上げ加工装置。